

基于 Logit-ISM 模型的麦农过量施药行为影响因素的实证分析

杜森, 郑纪芳* (山东农业大学经济管理学院, 山东泰安 271000)

摘要 基于山东省西南地区 375 份麦农的问卷调研数据, 运用二元 Logit 模型和 ISM 模型实证分析了麦农过量施药行为的影响因素及其递进结构关系。结果表明: 麦农过量施药行为受文化程度、职业选择、种植规模、专业化程度、农药防治效果认知、病虫害压力以及施药技术培训 7 个变量的显著影响, 其中农药防治效果认知和病虫害压力是表层直接因素, 专业化程度和施药技术培训是中层间接因素, 麦农文化程度、职业选择和种植规模是深层根源因素。

关键词 麦农; 过量施药行为; 影响因素; 递阶结构关系

中图分类号 S-9; F326.1 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)18-0219-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.18.053

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Analysis on the Pesticide Over-application Behavior of Wheat Farmers Based on Logit-ISM Model

DU Sen, ZHENG Ji-fang (School of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271000)

Abstract Based on the questionnaire survey data of 375 wheat farmers in southwest Shandong Province, this paper empirically analyzed the influencing factors and hierarchical structure relations of pesticide over-application behavior by wheat farmers, by using binary Logit model and ISM model. The results showed that pesticide over-application behavior by wheat farmers was significantly affected by 7 variables, including educational level, occupational choice, planting scale, specialized level, the recognition of pesticide effectiveness, pest and disease pressure and pesticide application technology training. Among them, pest and disease pressure and the recognition of pesticide effectiveness are direct factors on the surface, specialized level and pesticide application technology training are middle-level indirect factors, educational level, occupational choice and planting scale are the deep-rooted factors.

Key words Wheat farmers; Pesticide over-application behavior; Influencing factors; Hierarchical structure relation

农药作为一种重要的保障性生产资料, 在防治农田有害生物、促进农作物生长发育以及保障农产品质量安全方面发挥了不可替代的作用, 但在中国现阶段的农业生产中, 由于农药自身毒性以及中国农户不科学的农药施用, 尤其是过量施用, 造成了严重的食品安全问题与环境问题^[1-3]。为减少农药施用量, 中国政府相继出台了一系列政策措施: 2017 年国务院提出“到 2020 年主要农作物农药使用量实现零增长”的目标; 2020 年一号文件进一步提出“治理农村生态环境突出问题, 深入开展农药化肥减量行动”的要求。农户是农药施用行为主体, 要实现农药施用的“减量化”, 必须从规范农户施药行为入手。

国内外学者们普遍认为农户存在过量施药行为, 并证实了这一观点^[4-7]。为控制农户的过量施药行为, 相关研究表明, 文化程度的提高显著规范了农户的施药行为^[8]; 风险规避程度较高的农户会选择使用种类更多、价格更高的农药, 并会加大施用量^[9]; 随着家庭人口数与家庭年收入的增加, 农户更倾向于施用高剂量农药^[10]; 土地面积的增加可以降低单位面积土地施药量, 而土地细碎化程度则会削弱这一影响^[11]; 基于损失厌恶, 农业收入占比高的农户会更倾向于过量施药^[12]; 加入合作社会显著减少农户的过量施药行为^[13]; 病虫害压力对农户的过量施药行为具有显著正向影响^[14]; 城乡收入差距的扩大会提升农户的农药施用强度^[15]; 农业技术培训能够显著降低农户的农业化学投入品施用量, 并具有一定的技术扩散作用^[16]。

综上所述, 已有研究从多角度分析了影响农户过量施药

行为的因素, 但仍存在以下不足。第一, 研究对象, 已有研究多集中对经济作物种植户施药行为的研究, 而对种植面积更广阔, 对生态环境影响更持久的粮食作物种植户的施药行为少有研究; 第二, 方法学, 已有研究侧重于对施药行为显著性因素判断及其作用方向与程度的探究, 而缺乏对各因素间关联关系和递阶结构的分析。鉴于此, 笔者以粮食作物小麦为例, 首先运用 Logit 模型分析麦农过量施药行为的影响因素, 再运用解释性结构模型(interpretative structural modeling, ISM)分析影响因素之间存在的关联关系和递阶结构, 并提出规范麦农施药行为的建议, 以期为实现中国农业的绿色、可持续发展提供参考依据。

1 概念界定、分析框架与变量选择

1.1 概念界定 麦农的施药行为是指在小麦种植过程中, 在病虫害压力下, 麦农通过施用农药的方式来保护小麦生长发育, 维持小麦产量, 以确保自身收入的一系列经济活动。舒尔茨认为, 农户作为理性的“经济人”, 会在帕累托最优条件下配置各种资源与生产要素, 从而获得最大利润。然而在实际的生产过程中, 农户的行为是复杂的, 无法完全用经济因素解释。结合已有研究, 该研究将麦农过量施药行为的内容划分为两方面: ①施药量过多行为, 即在施药过程中所使用的农药量超出说明书规定的标准用药量; ②施药次数过多行为, 即农药施用次数超出农作物生长所需次数(根据小麦用药实际, 参考相关专家及植保专业人员指导意见, 规定小麦农药施用次数超过 4 次为过多)。只要麦农存在一种及以上上述行为, 则判断该麦农过量施药。

1.2 分析框架 基于麦农过量施药行为的概念和内容, 结合已有研究成果, 将麦农过量施药行为的影响因素划分为农户(个体与家庭)特征变量、经营特征变量、认知特征变量和外

作者简介 杜森(1995—), 男, 山东菏泽人, 硕士研究生, 研究方向: 农业经济与政策。* 通信作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事农业经济政策与法规研究。

收稿日期 2021-01-16

部条件变量。

农户特征包括农户个体特征和家庭特征 2 类。其中,个体特征包括年龄、文化程度和职业选择。随着年龄的增长和文化程度的提高,麦农对粮食安全问题更加关注,发生过量施药行为的可能性越低。兼业麦农投入小麦生产劳动时长较短,可能更倾向于过量施药。家庭特征包括家庭人口数和家庭年收入。家庭人口越多,农户生计压力越大,为保证小麦产出而更依赖农药投入。家庭收入越高,可能会造成麦农对生产资料投入量的忽视,从而更可能发生过量施药。

经营特征包括种植规模、专业化程度和组织状况。其中,种植规模用小麦种植面积表示,专业化程度用农业种植收入所占总收入的比重来表示,组织状况指麦农是否加入当地种植合作社。种植规模大的麦农可以获得规模经济效益,降低单位面积土地上的农药施用量。专业化程度越高的麦农,对小麦种植收入的依赖性越高,越倾向于投入过量的农药等生产要素。加入种植合作社的麦农,可从合作社中得到更多有关农药施用所需的知识、技术和信息,降低过量施药的可能性。

认知特征包括农药管理政策认知、农药防治效果认知和农药残留危害认知。其中,农药管理政策指包含《农药管理条例》在内的一系列农药政策,农药残留危害包括对人体健康的危害和对生态环境的危害。一般而言,高水平的认知是规范行为实施的关键。对农药管理政策认知越准确,对农药防治效果越认同,对农药残留危害认知越清晰的麦农,其发生过量施药行为的概率越低。

外部特征变量包括病虫害压力和施药技术培训。其中,病虫害压力指麦田病虫害发生的严重程度。当麦农所受病虫害压力加大时,更倾向于过量施用农药。有效的施药技术培训增加麦农对农药用法、用量的了解,从而规范农药施用行为。

1.3 变量选择 根据上文分析框架,该研究将 5 类 13 个变量引入麦农过量施药行为的计量经济模型。变量的名称、含义及其预期方向详见表 1。

2 模型构建与数据来源

2.1 二元 Logit 模型 麦农农药施用是否过量(y)是一个二分类变量,因此选用二元 Logit 回归模型对影响麦农过量施药行为的显著因素进行研究。将麦农存在过量施药行为定义为 $Z=1$,不存在过量施药行为定义为 $Z=0$ 。假定 $Z=1$ 的概率为 P ,则二元 Logit 模型的分布形式为:

$$P=F(Z)=\frac{1}{1+e^{-Z}} \quad (1)$$

其中, Z 是自变量 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 的线性组合,根据前文研究假设,麦农是否选择过量施药受农户(个体与家庭)特征变量、经营特征变量、认知特征变量及外部条件变量共 5 类 13 个变量的影响,令 b_i 表示第 i 个影响因素的回归系数,则:

$$Z=\sum b_i x_i=b_0+b_1 x_1+b_2 x_2+\dots+b_{13} x_{13} \quad (2)$$

根据式(1)、(2)进行变换,得到如下的 Logit 函数形式:

$$y=\ln\left(\frac{P}{1-P}\right)=b_0+b_1 x_1+b_2 x_2+\dots+b_{13} x_{13}+\varepsilon \quad (3)$$

式(3)中 b_0 为回归截距, ε 为随机干扰项。 b_0 和 $b_i(i=1, 2, \dots, 13)$ 的值采用极大似然估计法进行估计。

2.2 ISM 模型 ISM 模型以定性分析为主,通过利用专业人员经验知识,借助现代计算机技术,构建多级递阶结构模型,明确复杂经济系统中各因素间的相互作用关系。该研究选用 ISM 模型对麦农过量施药行为影响因素间的关联关系和递阶结构进行研究。其步骤为:

假设影响麦农过量施药行为的因素有 k 个,用 S_0 表示麦农是否存在过量施药行为, $S_i(i=1, 2, \dots, k)$ 表示影响麦农过量施药行为的 k 个显著影响因素。根据 ISM 分析方法的具体步骤,作出麦农过量施药行为及其影响因素间的逻辑关系图。

根据式(4)所定义的构成元素,构建影响因素间的邻接矩阵 R 。

$$a_{ij}=\begin{cases} 1, S_i \text{ 与 } S_j \text{ 有关} \\ 0, S_i \text{ 与 } S_j \text{ 无关} \end{cases} \quad (i, j=0, 1, \dots, k) \quad (4)$$

根据式(5)计算得到可达矩阵 M 。

$$M=(R+I)^{\lambda+1}=(R+I)^{\lambda} \neq (R+I)^{\lambda-1} \neq \dots \neq (R+I)^2 \neq (R+I) \quad (5)$$

式(5)中, I 为单位矩阵, $2 \leq \lambda \leq k$ 。

根据式(6)确定最高层级因素 L_1 。

$$L_i=\{S_i | P(S_i) \cap Q(S_i)=P(S_i); i=0, 1, \dots, k\} \quad (6)$$

式(6)为 $P(S_i)$ 可达集, $Q(S_i)$ 为先行集。 $P(S_i)$ 和 $Q(S_i)$ 的表达式如下:

$$P(S_i)=\{S_i | m_{ij}=1\}, Q(S_i)=\{S_j | m_{ji}=1\} \quad (7)$$

式(7)中 m_{ij} 和 m_{ji} 均是 M 的元素。

在原可达矩阵 M 中删除 L_1 中因素对应的行与列,得到矩阵 M' 。对 M' 重复进行式(6)与式(7)操作,得到第二层的 L_2 的因素,依此类推,直至求得所有层级的因素。最后,用有向边连接同一层次及相邻层次间的因素,即可得到麦农过量施药行为影响因素间的关联关系及递阶结构。

2.3 数据来源和样本情况 该研究的数据由山东农业大学经济管理学院调研团队于 2019 年暑假期间对山东省西南地区的牡丹区、鄄城县、鄄城县等 3 个县区麦农施药行为进行的实地调查获得。为保证数据的科学性与准确性,调查采用分层逐级抽样和随机抽样的方法选取样本,在每个县(区)按照经济发展水平由高至低选择 3 个乡镇,并在每个乡镇按同样的方法选择 3 个村,在每个村随机选择 12~18 名具备施药经验的麦农进行访谈。此次调查共发放问卷 400 份,回收有效问卷 375 份,问卷有效率 93.75%。其中,257 位麦农表示不存在过量施药行为,占 68.5%;118 位麦农表示存在过量施药行为,占 31.5%。

从样本农户基本特征来看,被调查者多为男性,占 63.2%;年龄偏大,50 岁以上占 75.9%;文化程度相对偏低,学历在初中以下者占 63.9%;兼业农户占 36.2%;家庭人口少于 4 人的占 69.0%;家庭年收入呈橄榄状分布,78.5%的农户家庭年收入 >1 万~5 万元;调查对象多为小规模经营主体,种植规模在 0.2~0.533 hm² 者占 65.2%;农业收入比重小于

60%者占 87.3%;有 18.9%的麦农加入了种植合作社。总体而言,样本特征符合现阶段下中国小农的一般特征,具有较

高的代表性和可信度。根据 375 份调查问卷,得出各变量的描述统计特征,详见表 1。

表 1 模型变量的解释、统计特征及其预期方向

Table 1 Interpretation, statistical characteristics and expected directions of model variables

变量名称 Variable	变量含义 Variable meaning	均值 Mean	标准差 Standard deviation	预期影响 Expected impact
麦农年龄 Wheat farmer's age	≤40 岁 = 1; 41 ~ 50 岁 = 2; 51 ~ 60 岁 = 3; 61 ~ 70 岁 = 4; ≥71 岁 = 5	3.240	1.105	负向
麦农文化程度 Wheat farmer' educational level	小学以下 = 1; 小学 = 2; 初中 = 3; 高中 = 4; 大学及以上 = 5	2.296	0.934	负向
麦农职业选择 Wheat farmer' occupational choice	纯农业农户 = 0; 兼业农户 = 1	0.363	0.481	正向
家庭人口数 Family population	1~2 人 = 1; 3~4 人 = 2; 5~6 人 = 3; ≥7 人 = 4	2.173	0.731	正向
家庭年收入 Annual household income	≤1 万元 = 1; >1 万~3 万元 = 2; >3 万~5 万元 = 3; >5 万~7 万元 = 4; >7 万元 = 5	2.688	1.110	正向
种植规模 Planting scale	≤0.133 hm ² = 1; >0.133 ~ 0.400 hm ² = 2; >0.400~0.533 hm ² = 3; >0.533~0.667 hm ² = 4; >0.667 hm ² = 5	2.680	1.140	负向
专业化程度 Degree of specialization	≤20% = 1; 21% ~ 40% = 2; 41% ~ 60% = 3; 61% ~ 80% = 4; 81% ~ 100% = 5	2.267	1.039	正向
组织状况 Organization situation	未加入种植合作社 = 0; 加入种植合作社 = 1	0.189	0.392	负向
农药防治效果认知 Cognition of pesticide effectiveness	效果较差 = 1; 效果一般 = 2; 效果良好 = 3	2.203	0.595	负向
农药残留危害认知 Cognition of pesticide residue hazards	危害严重 = 1; 危害一般 = 2; 没有危害 = 3	1.843	0.649	负向
农药管理政策认知 Cognition of pesticide management policy	不知道 = 1; 一般了解 = 2; 很清楚 = 3	1.987	0.668	负向
病虫害压力 Pest pressure	无显著变化 = 0; 显著增强 = 1	0.701	0.458	正向
施药技术培训 Pesticide application technology training	无培训 = 0; 有培训 = 1	0.189	0.392	负向

3 结果与分析

3.1 估计结果

3.1.1 麦农过量施药行为影响因素分析。该研究运用 SPSS 统计软件,对 375 份问卷调研数据进行 Logit 回归处理。首先,考虑所有自变量对(3)式进行估计,得到模型 I;随后,剔除在回归中不显著的变量,得到模型 II。具体数据详见表 2。

在模型 II 的回归结果中,-2 对数似然值为 365.144,差异显著性水平为 0.000,具有统计学意义; Hosmer and Lemeshow Test 的检验值为 0.861>0.05,整体拟合效果良好。由模型 II 可知,除常数项外,共有文化程度、职业选择、种植规模、专业化程度、农药防治效果认知、病虫害压力、施药技术培训等 7 个变量通过显著性检验。

表 2 麦农过量施药行为影响因素的 Logit 模型回归结果

Table 2 Logit model regression results of factors influencing wheat farmers' over-application behavior

变量名称 Variable name	模型 I Model I			模型 II ModelII		
	B	Wald	Exp(B)	B	Wald	Exp(B)
麦农年龄 Wheat farmer's age	0.137	1.161	1.147	—	—	—
麦农文化程度 Wheat farmer' educational level	-0.471 **	8.029	0.625	-0.549 **	12.157	0.578
麦农职业选择 Wheat farmer' occupational choice	0.579 *	4.656	1.785	0.633 *	5.910	1.884
家庭人口数 Family population	-0.218	1.191	0.804	—	—	—
家庭年收入 Annual household income	-0.062	0.190	0.940	—	—	—
种植规模 Planting scale	-0.389 **	8.387	0.678	-0.461 **	13.112	0.631
专业化程度 Degree of specialization	0.309 *	4.310	1.361	0.426 **	10.273	1.531
组织状况 Organization situation	-0.585	2.180	0.557	—	—	—
农药防治效果认知 Cognition of pesticide effectiveness	-0.725 **	8.143	0.484	-0.892 **	13.569	0.410
农药残留危害认知 Cognition of pesticide residue hazards	-0.484	2.212	0.616	—	—	—
农药管理政策认知 Cognition of pesticide management policy	-0.211	0.464	0.809	—	—	—
病虫害压力 Pest pressure	0.810 *	6.431	2.247	0.950 **	9.647	2.585
施药技术培训 Pesticide application technology training	-1.369 **	7.304	0.254	-1.463 **	9.206	0.232
常数项 Constant	2.937 **	7.386	18.861	1.746 *	5.337	5.732
Nagelkerke R ²					0.374	0.334
预测准确度 Forecast accuracy//%					80.5	77.6
显著性水平 Significance level					0.000	0.000

注: *、** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平统计显著
Note: *, ** indicate statistically significant at the level of 0.05 and 0.01, respectively

3.1.2 麦农过量施药行为影响因素的递进关系分析。将文化程度、职业选择、种植规模、专业化程度、农药防治效果认知、病虫害压力和施药技术培训 7 个显著变量分别用 $S_1, S_2, \dots, S_7$ 表示。在分析、讨论并咨询有关专家学者和植保专业技术人员意见的基础上,得出上述 7 个影响因素间的逻辑关系,见图 1(列因素直接或间接的影响行因素记作“A”,行因素直接或间接的影响列因素记作“V”)。

A	A	A	A	A	A	A	S_0
V	0	V	V	0	0		S_1
V	0	0	V	V			S_2
0	V	0	0				S_3
0	0	V					S_4
A	0						S_5
0							S_6
							S_7

图 1 影响因素间的逻辑关系

Fig.1 The logical relationship between influencing factors

根据图 1 和(4)式做出影响因素间的邻接矩阵 R (略);运用 Matlab 软件,结合式(5)对邻接矩阵 R 进行变换,得到可达矩阵 M (见(8)式)。

$$M = \begin{matrix} S_0 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

对可达矩阵 M 进行层次分解。由式(6)和式(7)得到 $L_1 = \{S_0\}$,以此类推,得到 $L_2 = \{S_5, S_6\}$, $L_3 = \{S_4, S_7\}$, $L_4 = \{S_1, S_2, S_3\}$ 。根据 L_1, L_2, L_3, L_4 重新排列 M ,得到排序后的层次结构矩阵 N 。

$$N = \begin{matrix} S_0 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_4 \\ S_7 \\ S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

由式(9)可见, S_0 处于第一层, S_5 和 S_6 处于第二层, S_4 和 S_7 处于第三层, S_1, S_2 和 S_3 处于第四层,构成了一条具有逻辑关系的影响因素链。用有向边连接同一层次和相邻层次间的影响因素,即得到麦农过量施药行为影响因素间的关联关系与递阶结构,详见图 2。

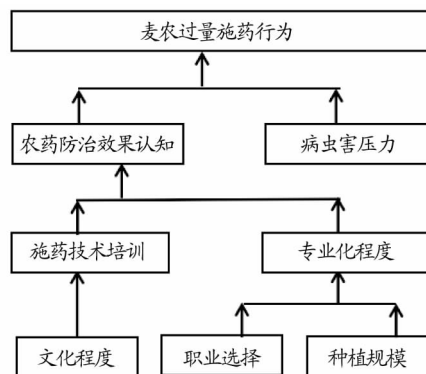


图 2 影响因素间的递阶层次结构

Fig.2 Hierarchical structure among influencing factors

3.2 结果讨论 由图 2 可知,在麦农过量施药行为的影响因素中,农药防治效果认知、病虫害压力是表层直接因素,专业化程度、施药技术培训是中层间接因素,文化程度、职业选择、耕地面积是深层根源因素。

农药防治效果认知和病虫害压力是影响麦农过量施药行为的表层直接因素。农药防治效果认知影响系数为 -0.892 ,机会比率为 0.410 ,表明农药防治效果认知对麦农过量施药行为具有显著负向影响。行为学理论认为,认知影响态度,态度决定行为。相较于认为现有农药防治效果良好的麦农,认为现有农药防治效果不好的麦农往往倾向于加大农药施用量,以此来保证小麦产量的安全。病虫害压力的影响系数为 0.950 ,机会比率为 2.585 ,表明在其他条件不变的情况下,病虫害发生增加区域麦农出现过量施药行为的概率会增加 158.5% 。这是因为病虫害压力加大的麦农,为了起到消灭病虫害、保护小麦成长的效果而加大了农药施用量。此外,农药防治效果认知受到来自中层间接因素与深层根源因素的直接或间接影响。

施药技术培训和专业化程度是影响麦农过量施药行为的中层间接因素。施药技术培训的影响系数为 -1.463 ,机会比率为 0.232 ,表明施药技术培训对麦农的过量施药行为具有显著负向影响。施药技术培训可以增强麦农对农药用法、用量的了解,是提高农药施用合理性的重要手段,定期举办施药技术培训,将有助于减少过量施药行为。专业化程度的影响系数为 0.426 ,机会比率为 1.531 ,表明专业化程度越高,麦农过量施药行为的发生概率会提高 53.1% 。可能的解释是专业化程度高的麦农收入结构单一,基于损失厌恶,更倾向于通过增加农药施用量的方式来保证农业种植收入的稳定。此外,上述 2 个因素均受深层根源因素直接或间接的影响。

文化程度、职业选择和种植规模是影响麦农过量施药行为的深层根源因素。文化程度的影响系数为 -0.549 ,机会比率为 0.578 ,表明文化程度对麦农过量施药行为具有显著负向影响。文化程度的提高可以减少麦农盲目追加生产投入的现象,提升施药技术培训的效果,使麦农施药更具科学性与针对性。职业选择的影响系数为 0.633 ,机会比率为 1.884 ,表明相较于纯农业麦农,兼业麦农过量施药行为的概率会高

出 88.4%。这是因为与纯农业麦农相比,兼业麦农的农业劳动投入时间会减少,根据要素替代,麦农会通过增加农药施用量来弥补减少的劳动量。种植规模的影响系数值为-0.461,机会比率为 0.631,表明随着种植规模的扩大,麦农过量施药行为的概率会显著降低。从市场角度来看,市场规制对种植规模广、产量高的农户更具约束力,从经济学角度来看,根据规模经济规律,种植规模大的麦农可以更好地应用农药等生产要素,并采用更先进的生产技术,降低单位面积土地农药施用量。

综上所述,7 项显著性影响因素既独立发挥作用,又相互关联,形成完整的麦农过量施药行为影响因素系统,沿着“文化程度、职业选择、种植规模”→“施药技术培训、专业化程度”→“农药防治效果认知、病虫害压力”的正向传导关系,从源头上减少麦农的过量施药行为。

根据模型 II 的估计结果可以看出,麦农年龄、家庭人口数、家庭年收入、组织状况、农药残留危害认知、农药管理政策认知等 6 项因素对过量施药行为没有显著影响,其原因如下:小麦作为传统粮食作物,在长期生产过程中形成了其固有模式,导致年龄的影响作用被淡化。与种植经济作物相比,种植粮食作物利润较低,对家庭生计影响较小,造成了家庭人口数和家庭年收入变量的不显著。调查区域内的合作社起步较晚,运营尚不完善,没能发挥好规范麦农施药行为的作用,因此组织状况对麦农过量施药行为影响不明显。农药残留危害认知和农药管理政策认知未能通过显著性检验的原因可能是,即使麦农已正确认知农药管理政策与农药残留危害,但由于过量施药造成后果的“外部性”,麦农依然会选择过量施药。

4 结论与政策启示

农户是从事农业生产的微观行为主体,其行为的转变是化肥、农药等农资品实现“减量化”的关键。该研究基于第一手实地调研数据,把 Logit 模型与 ISM 模型结合起来,实证分析了麦农过量施药行为的影响因素及其递阶结构。研究结果表明:文化程度、种植规模、农药防治效果认知和施药技术培训对麦农过量施药行为具有显著负向影响,职业选择、专业化程度、病虫害压力对麦农过量施药行为具有显著正向影响。在这 7 个影响因素中,病虫害压力、农药防治效果认知是表层直接因素,专业化程度、是否参加施药技术培训是中

层间接因素,文化程度、职业选择、种植规模是深层根源因素。

基于上述研究结论,提出以下减少麦农过量施药行为的建议:第一,通过电大、函授和培训等多种方式,提高农户科学文化素质与施药技术水平;第二,促进适度规模经营,实现小麦种植规模化、专业化;第三,充分发挥小麦保险作用,减少麦农对农药的依赖;第四,加大低毒高效农药研发力度,提高农药防治效果;第五,促进农药合理轮换与混配,降低麦田有害生物的抗药性。

参考文献

- [1] SCHREINEMACHERS P, TIPRAQSA P. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries[J]. Food policy, 2012, 37(6): 616-626.
- [2] 王常伟, 顾海英. 市场 VS 政府, 什么力量影响了我国菜农农药用量的选择? [J]. 管理世界, 2013(11): 50-66.
- [3] ZHANG C, HU R F, SHI G M, et al. Overuse or underuse? An observation of pesticide use in China [J]. Science of the total environment, 2015, 538: 1-6.
- [4] 姜健, 周静, 孙若愚. 菜农过量施用农药行为分析: 以辽宁省蔬菜种植户为例[J]. 农业技术经济, 2017(11): 16-25.
- [5] HOI P V, MOL A P J, OOSTERVEER P, et al. Pesticide use in Vietnamese vegetable production: A 10-year study[J]. International journal of agricultural sustainability, 2016, 14(3): 325-338.
- [6] HUANG J K, HU R F, ROZELLE S, et al. Transgenic varieties and productivity of smallholder cotton farmers in China[J]. Australian journal of agricultural and resource economics, 2002, 46(3): 367-387.
- [7] 金广, 程红莉, 宋宝清. 粮食安全·农户行为与发展对策研究: 基于湖北省农户的调研数据分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(1): 289-291, 297.
- [8] ABHILASH P C, SINGH N. Pesticide use and application: An Indian scenario[J]. Journal of hazardous materials, 2009, 165(1/2/3): 1-12.
- [9] 米建伟, 黄季焜, 陈瑞剑, 等. 风险规避与中国棉农的农药施用行为[J]. 中国农村经济, 2012(7): 60-71, 83.
- [10] 李昊, 李世平, 南灵, 等. 农户农药施用行为及其影响因素: 来自鲁、晋、陕、甘四省 693 份经济作物种植户的经验证据[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(2): 161-168.
- [11] 高晶晶, 史清华. 农户生产性特征对农药施用的影响: 机制与证据[J]. 中国农村经济, 2019(11): 83-99.
- [12] 朱淀, 孔霞, 顾建平. 农户过量施用农药的非理性均衡: 来自中国苏南地区农户的证据[J]. 中国农村经济, 2014(8): 17-29, 41.
- [13] 王雨濛, 于彬, 李寒冬, 等. 产业链组织模式对农户农药使用行为的影响分析: 以福建省茶农为例[J]. 农林经济管理学报, 2020, 19(3): 271-279.
- [14] ROBINSON E J Z, DAS S R, CHANCELLOR T B C. Motivations behind farmers' pesticide use in Bangladesh rice farming[J]. Agriculture & human values, 2007, 24(3): 323-332.
- [15] 张超, 孙艺苒, 孙生阳, 等. 城乡收入差距是否提高了农业化学品投入? ——以农药施用为例[J]. 中国农村经济, 2019(1): 96-111.
- [16] 应瑞瑶, 朱勇. 农业技术培训方式对农户农业化学投入品使用行为的影响: 源自实验经济学的证据[J]. 中国农村观察, 2015(1): 50-58.
- [17] 刘苏峡, 邱建秀, 莫兴国. 华北平原 1951 年至 2006 年风速变化特征分析[J]. 资源科学, 2009, 31(9): 1486-1492.
- [18] 刘孟凯, 杨佳, 黄明海. 南水北调中线总干渠沿线地区冬季气温特征分析[J]. 人民长江, 2020, 51(7): 93-99.
- [19] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 2 版. 北京: 气象出版社, 2007: 66-72.
- [20] 刘妮妮, 孙芹芹. 基于小波变换的广州市气温降水年际变化规律分析[J]. 现代电子技术, 2019, 42(5): 173-175, 179.
- [21] 姜晓艳, 刘树华, 马明敏, 等. 中国东北地区近百年气温序列的小波分析[J]. 气候变化研究进展, 2008, 4(2): 122-125.
- [22] 黄菊梅, 刘擎, 欧阳芳芳, 等. 近 55 年洞庭湖区雾和风的时空特征[J]. 中国农学通报, 2017, 33(27): 124-131.

(上接第 218 页)

- [8] 王遵娅, 丁一汇, 何金海, 等. 近 50 年来中国气候变化特征的再分析[J]. 气象学报, 2004, 62(2): 228-236.
- [9] 任国玉, 郭军, 徐铭志, 等. 近 50 年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报, 2005, 63(6): 942-956.
- [10] 张剑明, 黄晴. 近 46a 来湖南省气温变化的若干特点[J]. 干旱气象, 2012, 30(3): 387-392, 403.
- [11] 刘甜甜, 郭海峰, 禹伟, 等. 洞庭湖区的气温特征及其对湖南气温分布的影响[J]. 气象, 2008, 34(10): 108-114.
- [12] 黄菊梅, 闫雍, 冯慧, 等. 近年洞庭湖区气候趋势预测误差分析[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(33): 18907-18910.